DISSERTATIO PHYSIOLOGICA

INAUGURALIS,

DE

INVENTO GALVANI,

VULGO

ANIMALIUM ELECTRICITATE

DICTO.

DISSERTATIO PHYSIOLOGICA
INAUGURALIS,
DE
INVENTO GALVANI,
VULGO
ANIMALIUM ELECTRICITATE
DICTO.

QUAM,

ANNUENTE SUMMO NUMINE,

Ex Auctoritate Reverendi admodum Viri,

D. GEORGII BAIRD, S. S. T. P.

ACADEMIAE EDINBURGENAE PRAEFECTI;

NECNON

Amplissimi SENATUS ACADEMICI Consensu,

Et Nobilissimae FACULTATIS MEDICAE Decreto;

PRO GRADU DOCTORIS,

SUMMISQUE IN MEDICINA HONORIBUS AC PRIVILEGIIS
RITE ET LEGITIME CONSEQUENDIS;

ERUDITORUM EXAMINI SUBJICIT

FRANCISCUS BARKER,

A. B. T. C. D.

HIBERNUS;

SOC. REG. MED. EDIN. SOC.

AD DIEM 12 SEPTEMBRIS, HORA LOCOQUE SOLITIS.

EDINBURGI:

CUM PRIVILEGIO.

APUD ROBERTUM ALLAN.

M,DCC,XCV.

WHITLEY STOKES,

M. D. F. T. C. D. &c.

S.

Tibi qui me ſemper conſiliis amicis juvaſti ſequens opuſculum ſacrum eſſe volo. Hoc quanquam nihil adjicere poteſt laudibus, doctrinæ tuæ et virtuti debitis, ſaltem me tibi devinctum eſſe ſtudiis et amicitia teſtabitur.

DISSERTATIO PHYSIOLOGICA

INAUGURALIS,

DE

INVENTO GALVANI,

VULGO

ANIMALIUM ELECTRICITATE

DICTO.

Auctore, *F. BARKER.*

LEGES Quibus contractiones musculorum in animantibus parent, attentionem vindicant, harum enim vel imperfecta cognitio arti medicæ haud parvo auxilio foret. Hac mente mecum statui; pauca de hactenus dicto *Animalium Electricitate*

tate

tate ſcribere ; ſperans ſi pleraque de hac re jam cognita colligerem, ita ad cauſam ejus cognoſcendam viam faciliorem ſtrui poſſe.

Miram hancce metallorum vim caſu detexit D. Galvani, qui dum in Rana quædam experiebatur, haud procul a *machina electrica* qua amici aliquot ſeſe oblectabant, animal convelli obſervabat, quoties eliciebatur igniculus ſi eodem tempore ſcalpellum nervo admotum eſſet ; contractioneſque ex electricitate gigni pro comperto habuit ex eo quod corpus electricitati impervium membro appoſitum motum nullum ciebat : membris fortius convulſis quoties inter terram et animalis pedes ope eorum quæ electricitatem ducunt nexus fiebat. Eaſdem contractiones excitari poſſe ratus eſt, ſi muſculis ſcalpellum apponeretur, rem autem aliter ſe habere experimento invenit.

Miri hi effectus D. Galvani ad nova exquirenda impulere, eventûque fauſto electricitas enim cœli ad contractiones haſce ciendas quantum pollebat

bat obſervans novam hancce naturæ legem ei invenire accidit, ſcilicet contractiones excitari quoties fruſtula diverſorum metallorum ſe mutuo et animal tangebant, et hoc ſemper fieri qualiſcunque eſſet cœli tempeſtas. Pluribus metallis adhibitis idem ſemper evenit dummodo duo generis diverſi animali admovebantur ; compertum autem fuit variare contractionum vim fortioreſque has a quibuſdam quam ab aliis metallis excitari.

Ex eo quod hæ nullo modo a corporibus electricitati imperviis cieri potuerunt, exiſtimavit Galvani propriam eſſe quandam in animalibus electricitatem, ejuſque ſpeciem unam muſculos, alteram nervos tenere, donec a corpore electricitati pervio connectuntur, cujus ope ut in Phialâ Lugdunenſi Electricitas tranſmittatur. Rem ita ſe habere judicavit, ex eo quod animal convelli videbatur quoties ejuſdem metalli extremitas altera muſculum, altera vero laminam metallicam nervo circumvolutam tangebat.

Hac ſententiâ ſuſceptâ multa experimenta ad eam ſtabiliendam excogitata fecit, et perperam ſecum ſtatuit, ſe ex iis colligere poſſe convulſiones nullas eſſe quando metalla muſculos ſolos contingebant, et experiri quænam acciderent quando eadem nervis applicata fuêre, aliis partibus intactis, omnino prætermiſit.

Poſt GALVANI his experimentis proſequendis ſedulo incubuit D. VALLI, qui pariter ratus eſt fluidum electricum idem quod nerveum eſſe, ſed variatâ paululum ſententiâ, electricitatem enim nervis tantum propriam eſſe exiſtimavit, quoniam contractiones excitari poſſe invenit metalla muſculis externis admovendo, nervorum trunco intacto, quod nervos quidem ubique ſparſos afficere potuit electricitatem vero a nervi trunco in muſculum tranſmittere nequibat. Cenſuit quoque Valli, experimenta minus accuratè fuiſſe a GALVANI inſtituta quibus probare conatus eſt nervorum electricitatem eſſe *Poſitivam*, is enim ad intimam admiſtionem

fibrarum

fibrarum nervorum et mufculorum non fatis attendit.

Quoniam utraque opinio multis premitur difficultatibus, et quoniam de natura harum contractionum multum difputatur, quo melius quomodo fiunt intelligatur,

I. Pauca experimenta ex quibus mira vis metallorum clarius appareat exponam,

II. Hanc cum electricitate conferam,

III. An idem fit fluidum electricum et nerveum exquiram,

IV. Caufam contractionum exponere conabor.

I: Memoravi fupra, contractiones cieri poffe in rana ope duorum metallorum fe mutuo et animal tangentium, fed quo melius hæc explicentur, quædam experimenta narrabo ex quibus colligi quoque

que possit, quænam in his experimentis necessaria sunt.

1. Exptm.—Zinci frustulum et argenti (solidum tantum magnitudine æquans) equi recens mortui nervorum plexum axillarem contingebant, et ita disposita simul ac se mutuo tangebant, equi pes adeo agitabatur, et ita valide convellebatur, ut motus ejus homo totâ vi vix cohibere potuit *.

2. Idem expertum est in crure humano, a corpore recens sejuncto. Parique successu in diversis animantium generibus experimenta his similia facta sunt †. Insectorum capitibus ademptis crura miro modo flecti et contorqueri videbantur, et metallorum ope D. Volta dicit se cicadæ mortuæ cantum excitâsse:

Sensibus.

* Valli on Electricity.

† Exceptis Lumbrico Limace, &c. hæc autem animalia neque ab electricitate stimulari possunt.

Senſibus noſtris quoque hi effectus hoc modo percipi poſſunt.

Exptᵐ.—Fruſtulis zinci et argenti altero ſupra linguam, altero infra eam poſitis, tangentibus illis, illico ſenſus acris cujuſdam linguâ et quibuſdam vix tolerabilis percipitur. Senſum quoque nunc alcalinum nunc acidum, prout hoc vel illud metallum ſupra linguam diſponatur, oriri dicitur *.

II. Effectus hoſce ad vim electricitatis, quâ potentiorem ſtimulum non cognoſcimus, in promptu erat referre,

* Nuper inventum eſt metallum unum carboni conjunctum ſufficere. —— "Lorſque on placoit une portion du "cœur d'un poulet, ſur un charbon, (le charbon etant pre- "ferable a tous les metaux d'apres les experiences de M. "Volta) et qu'on placoit une autre portion ſur un carton "recouvert d'etain, en touchant avec le carton recouvert d'e- "tain le charbon, le cœur ſe contractoit a diverſes repriſes "et d'une maniere forte et convulſive." V Journal de Phyſique, 1793, p 238. —— Experimenta cum carbone ipſe ſæpe repetitus ſum, et omnia quæ cum Zinco et argento adhunc facta ſunt, valere quoque cum Zinco et carbone inveni.

referre, an jure poſtea dicam vi electricitatis ipſius ad has ciendas perpenſâ.

1. De electricitatis cœli viribus antea leviter mentionem feci quantum pollet in animantibus a D. GALVANI expertum eſt ope corporis electricitati pervii inter quod et animal more uſitato apparatum a metallo neto nexus fiebat; nam, his ita ſe habentibus, quoties ſinguli tonitruum fragores edebantur, convellebatur animal: Immo idem evenit quando denſa accedebat nubes. Electricitatem tunc admodum raram eſſe neceſſe eſt, at talem ad contractiones in ranis vivis ciendas ſufficere compertum eſt, quæ mortuis ægrius aut a vi electricâ aut metallicâ commoventur, et hoc fieri poteſt ope phialæ Lugdunenſis mediocris magnitudinis in qua vis electrica ita debilis eſt ut ne quidem ab *Electrometro* D. CAVALLO deprehendi poteſt. Sed electricitatem in quantitate multo minore ſufficere inveniebatur quod experimentum ſequens melius monſtrabit *.

Exptm.

* V. Volta Ph. Tranſact. 1793.

Expt^{m}.—Nervo ſciatico Ranæ paulum ſupra introitus in firmum locum forcipe incluſo, et ſupra corpus electricitati non pervium poſito, nummoque nervi parti ſuperiori a forcipe lineas aliquot diſtante adhibito: ſi jam Phialæ Lugdunenſis tunica externa forcipem, hamuſque ejus nummum tangerent, contractiones illico validæ concitatæ ſunt, licet electricitatis quantitas adeo exigua fuerit, ut ne quidem ab electrometro a D. Bennet, e tenuiſſimâ auri bracteâ facto detegi poſſit, et non niſi a Voltæ *Denſatore* manifeſta facta eſſet. Electricitatem penninutam eſſe neceſſe eſt quam Electrometer D. Bennet detegere nequit, nam ab hoc electricitas orta a pulveris cretæ nube facile procul manifeſta redditur. Inventum eſt quoque a ſuccuſſibus levibus membra excitari poſſe quando ab ictibus validis exhauſtio ſemper accidit, eâdem ratione qua in animantibus vivis a mediocri ſtimulo vita ſuſtentatur, ſed nimio admoto defectio virium muſculorum ſubito accedit quandoque etiam mors ſequitur.

II. His electricitatis effectibus cum illis quæ a metallis oriuntur collatis, tanta inter eos ſimilitudo apparet ut cauſam eſſe utriſque eandem dubitare non poſſumus et hanc opinionem confirmant experimenta ſequentia.

1. Exptm.—* Ranæ ſpina infra vertebram quintam † ſecta fuit, et artus inferiores cum nervis ſciaticis, ſpinæque parte eâ unde oriuntur integri ſervati ſunt, partibus reliquis pelvis et trunci ſemotis. Spinâ jam ſuper Zincum a *non electricis* ſejunctum poſitâ omnibus etiam vitro ſuperimpoſitis, ſi fruſtulum auri neti nervum et muſculos et eodem tempore zincum tangat crura convelluntur, hoc tamen non fit ſi charta ſicca quanquam tenuis auro et nervis interponatur, at contractiones renovantur, quamprimum

humeſcatur

* V. Dr Monro's Obſervations on the Nervous Syſtem.

† Spinam ſectam fuiſſe infra vertebram quintam neceſſe eſt, crura enim poſteriora non convelluntur ſi metalla parti Spinæ ſuperini admota ſint.

humescatur charta *. Et chartam electricitati fere imperviam esse, per aquam autem facile transire electricitatem bene cognitum est. Experimento quoque sequenti probatur vim metallicam per aquam facile transmitti.

2. Exptm.—Zinci Laminâ densâ vasi aquæ impleto immersâ, et in hoc prope Zincum, Ranæ Spinæ parte inferiore et cruribus posterioribus, corpore ad Pelvim transverse secto præter nervos sciaticos, his ita dispositis si pars Zinci aquæ superstans a metallo diversi generis tangatur contractio crurum nulla est, at Zinco et aquâ a metallo simul tactis illico crura convelluntur †. In hoc experimento

* Ad hæc experimenta facienda Ranæ aliis animalibus anteponuntur quia in harum membris vis vitæ diu perstat. Irritabilitatemque non solum a cerebro sed etiam a nervis diuvari censet D. Monro, quia post capita obtruncata stimulo admoto convelluntur membra etiamque per aliquot dies: Hæc opinio verisimilior videbitur si nobiscum reputemus Ganglia quodam modo cerebri officio fungi, et hæc in Ranis permagna esse.

† V. Dr Monro's Experiments on the Nervous System.

igitur aqua metallis et animali interpofita fuit. Experimentum hocce votis refpondet fi carbone et zinco uteremur *.

3. Quoniam vis metallica per quædam corpora multo facilius quam per alia tranfit, operæ pretium erit ordinem citare quâ quædam aliis præftant quo melius cum electricitate conferatur †.

Primum locum obtinere dicitur,

Platina Ductilis,	Stannum,
Dein Argentum,	Plumbum,
Aurum,	Ferrum,
Hydrargyrum,	Corpus Humanum,
Cuprum,	Aqua Salsa,
Æs,	Aqua Pura.

Secundum ordinem fere eandem hæc corpora ad electricitatem ipfam tranfmittendam alia aliis aptio-

ra

* V. Supra, p. 7.

† V. Cavallo's Treatife on Electricity.

ra ſunt. Si ordines inter ſe aliquantum diſcrepent, levis momenti eſt quoniam in differentiis tam parvis æſtimandis facile error obrepere poteſt, et cum experimenta hæcce non ſatis ſæpe repetita ſint, mirum potius videri debet ordines in tantum congruere.

Per hominum quorundam quam per aliorum corpora hanc vim melius tranſmitti dixit VALLI ſed minus recte forſan, quo puriores enim ſunt manus eo facilius permeare hanc vim compertum eſt, manibus quoque prius aqua madefactis aut aqua ſalſá lavatis facile pertranſire inventum eſt non omnino autem quando unguine aut ſudore obducti ſint.

Carbo ligni quoque electricitati impervius quando ſcilicet calori non ſat intenſo ſubjectus eſt a quibuſdam vi metallicæ impervium eſſe dicitur aliis aſſerentibus tam facile quam metallum ipſum pervium eſſe. Humiditas fortaſſe quam carbo ita for-

titer attrahit per eam aliquando electricitatem ducit.

4. Corpora quæ electricitatem non ducunt neque huic vi pervia inveniuntur. Gláciem perfectè avidam vis neutra, liquefactâ autem superficie, utraque pertransit. Præterea multa alia corpora electricitati impervia inveniuntur, scilicet, Vitrum, Cera, Gossipium, Charta, Aër, &c. quæ omnia hanc vim transmittere non possunt.

His effectibus inter se collatis, corpora quæ vim electricam atque metallicam ducunt, ita apte congruere apparet ut ne vix quidem dubitare possumus, quin has contractiones non minus electricitati tribuendas esse quam illæ quæ evenire solent quando corpus vi electricâ præditum animali admoveatur.

1. A nullo stimulo nobis cognito tam facile commovetur animal quam electricitate, quod a supradicto experimento a Volta facto inferre licet, et pariter

pariter a vi metallica facile concitari poſſe animal, concludere poſſumus ex eo quod D. FOWLER qui multa hujuſmodi experimenta fecit, metallorum ope melius quam ullo alio modo *irritabilitatem* fere extinctam detegi poſſe cenſet *.

2. Ex ſupra dictis igitur patet vim metallicam per corpora electricitati pervia facile tranſire, corpora autem electricitati impervia vel ægre tranſmittentia (ut accidit quando tali corpus electricitatis per exiguæ cenſui obſtat) hanc non permeare.

3. In his experimentis SCINTILLA electricitatis comes ob quantitatem exiguam non obſervatur, ſed neque electricitas iſta minima quæ Phialæ Lugdunenſi exploſæ inhæret ſcintillam oſtendit in qua tamen vis electrica *Denſatoris* ope detegi poteſt.

4. Sed vim attrahentem et repellentum quod attinet quæ electricitatis index eſt, eamque ſemper comitare arbitratur de hoc, quando oſtendere conabor

* V. Dr Monro's Experiments on Nervous Syſtem.

bor talem vim ſevera exiſtere poſtea dicam, ſed quæ adhuc memorata ſunt ſatis ut opinor monſtrant vim metallicam eandem eſſe ac electricam.

Contra hanc opinionem affirmant quidam hanc vim contra nervorum curſum ſeu cerebrum verſus aut medullam ſpinalem vix tranſmitti: rem vero aliter ſe habere ab experimento ſequente ſatis probatum videtur:

1. * Exptm.—Quatuor ranarum ita diſſectarum ut crura femoribus, femora ſpinæ ſegmento nervis tantum annectarentur, membra ita ſupra vitriem linea recte diſpoſita ſunt, ut pes alterius pedem tangeret. Pedum extremorum alter manu experientis ſiniſtrâ, alter zinci laminâ ſuſtentati ſunt: his ita diſpoſitis, ſi ille zincum tangat fruſtulo auri manu dextro prehenſo, muſculi femorum lumborum et crurum omnium convellebantur.

2. Idem fit hoc modo.—Si portiones ſupradictæ

tæ

* V. Dr Monro's Experiments on the Nervous Syſtem.

tæ ita diſponantur ut ſpinæ duarum quæ in medio ſunt ſibi invicem, harum vero pedes extremarum pedibus ſint contigui, ſi quis tum dextrâ prehendens ſpinam unius portionum extremarum, ſiniſtrâ aurum zinco alteri portioni ſubjecto admoveat, illico omnium crura convelluntur. Curſus ejus igitur et electricitatis nullo modo diverſi eſſe videntur.

Nunc quædam experimenta in corpore humano facta proferam, ex quibus patebit effectus vis metallici, iis quæ ab electricitate oriuntur haud abſimiles eſſe.—Experimentum antea citavi in quo ſenſus acidi cujuſdam, contactu metallorum linguâ percipitur, et idem fere auram electricam comitatur. Senſatio alia modo ſequenti excitari poteſt.

1. Expt^{m}.—Metallum alterum labio ſuperiori et gingivæ interponatur, alterumque ſeptum narium comprimat, ſuccuſſus levis quaſi electricus illico ſentitur, per maxillam ſuperiorem et dentes ſi-

mul ac partes metallorum extremæ ſe mutuo tangant *.

Dolor etiam in urethra ſentitur ſimul ac metallum intra eum poſitum, alterum ſub lingua jacens tangat.

Ex recenſitis veriſimile videtur, phœnomena de quibus agimus, electricitatis effectibus tribui debere minime tamen inferre licet, muſculos et nervos electricitate diverſâ eſſe præditos; hanc opinionem ſequentia ni fallor plane refellunt,

I. Duobus metallis diverſis opus eſſe.

II. Nervos tantum ſtimulando hanc vim agere.

III. Opus eſſe metalla inter ſe mutuo tangere.

I. Poſitio

* Forſan permagni erit cavere ne inſtrumentum quo Chirurgus utitur, quando urethram explorare vult ex metallis diverſis conſtet, quoniam hæ partes hoc tempore valde ſenſiles evadunt.

I. Poſitio prima experimentis quam plurimis confirmatur, et equidem GALVANI, quando hanc vim primo detegebat, hoc notaverat; poſtea vero ille, et D. VALLI, experimentis inducti minus accurate factis, arbitrati ſunt unum metallum ſufficere, quod *theoriæ* prius ſuſceptæ magis conſentaneum foret, muſculos nempe et nervos electricitate diverſâ eſſe præditos. Hanc opinionem ut confirmaret, dicit D. VALLI ſe forfice ſpinæ dorſi ranæ admodum recens mortuæ admotâ, contractiones excitaſſe, has vero per breve tempus tantum perſtitiſſe et tunc laminâ metallicà nervum cingente opus eſſe. Concedit hic VALLI metalla duo plus quam unum valere, quod ad opinionem ejus evertendam ſufficere videtur. Sed præterea non dixit, an forfex quo uſus eſt ex uno, vel ex pluribus metallis conſtaret, poſterius magis veriſimile videtur, et ſic humiditatis ope inter metalla diverſa et animalis muſculos nexus fieri potuit, hoc modo vero contractiones cieri poſſe, experimenta ſupra narrata ſatis monſtrant, et præterea ranarum membra recens mortuarum cuivis ſtimulo tam prompte parent et irri-

tio tam levis, digiti nempe contactus, in iis contractiones ita facile ciet ut minime dubitandum videtur, quin experimentum hocce parvi habere debemus. Ipse postea fatetur metallis diversis ut plurimum opus esse, et dicit quoque quod et ab aliis comprobatur, metalla alia aliis præstare, argentum vero et zincum inter ea summum obtinere locum *. Hoc igitur concesso sequitur quoque theoriam ejus sibi non constare, si enim electricitatis animalis transitus per metallum, contractionum pro causa esset, zincum electricitati magis pervium esse quam metalla alia, quoniam has contractiones facilius ciet, necesse foret, at metalla *perfecta* multo facilius electricitatem ducere bene cognitum est.

Metallis diversis opus esse quoque pro certo habendum est †, quod ad hypothesim Galvani evertendam sat foret, si enim musculus et nervus in statu electricitatis diverso essent, unius metalli frustulum

* Valli on Electricity, p. 42.

† Vel metallo carboni conjuncto. (V. supra, 7.)

tulum, convulſiones tam facile excitaret quam metalla generis diverſi, ut in phiala Lugdunenſi.

II. Hinc quoque Galvani opinio infirmatur, nempe contractiones excitari poſſe metallis nervis tantum contingentibus, et nervos ſtimulando effectus ejus edere.—Hoc experimenta ſequentia probant.

1. Expt^m. *—Laminis argenti et metalli diverſi nervo tantum admotis, illico convellebatur animal ſimul ac metalla inter ſe mutuo contingebant. Hic tamen non dicit auctor, an humiditas muſculis et metallis interpoſita ſit, nam ita convulſum iri animal patet ex experimento ſupra citato.

Sed experimento ſequenti a D. Monro facto res melius probatur.

2. Expt^m. Ranæ ſpinâ Dorſi et toto corpore ad pelvim præter nervos ſciaticos tranſverſe ſectis, et ſpina

* V. Volta Ph. Tranſact. 1793.

ſpina zinco a non electricis ſejuncto, cruribuſque e-tiam vitro ſuperimpoſitis, tunc auri fruſtulo zinco et nervis admoto, crura ambo convellebantur: e-tiam nervis accuratiſſime ſiccatis idem evenit, et ſic per horæ ſpatium aut diutius contractiones cieri po-tuêre, uſque dum nervus decolor contractuſque fiebat, quo facto haud ullâ irritatione excitari potuit membrum *. In hoc experimento inter nervos et muſculos nexus nullus fuit, ſed D. Galvani talem neceſſarium eſſe opinatus eſt.

Quibuſdam tamen viſum eſt, contractiones nullas eſſe ſi prius crus ſuſpenſum eſſet donec nervus ſiccus fieret, ſed madefacto muſculos protinus convelli. At fortaſſe in hoc experimento, nervi ſiccati fa-brica prorſus læſa fuit, atque contractiones aquæ tantum ope rurſus excitatæ ſunt; et hoc modo convelli poſſe membra, experimentum ſupra narra-tum ſatis monſtrat, in quo non neceſſe fuit nervos et metalla contingere ſed aquam interponi ſat erat.

Sed

* V. D. Monro's Experiments on the Nervous Syſtem.

Sed multa alia ſunt ex quibus cogi poſſit, vim metallicam nervos tantum ſtimulando has contractiones ciere.

1. Metalla enim non muſculos eos præcipue quibus apponuntur ſeſe contrahere faciunt, ſed illos quibus diſtribuitur nervus ille cui metallorum unum applicatur. Nam invenit D. VOLTA, unum metallorum muſculis juxta ranæ nervum ſciaticum (cuicumque parti alterum adhibebatur) crurum convulſiones excitaſſe: quod plane oſtendit, ſtimulum nervo admotum contractionum cauſam eſſe. Quando etiam metallorum unum parti ſpinæ ſuperiori, alterum cuivis alii parti admotum fuit, convulſiones totius fere corporis ſequi invenit.—Quod in Lacerta hoc modo expertum fuit.

Expt^m^.—Lacertæ capite obtruncato et Dorſi muſculis nudatis, metallorum uno muſculos Dorſi, altero autem medullam ſpinalem tangente, ſi jam metalla ſe mutuo contingunt, illico crura convelli, caudam vibrari, et totum corpus huc illuc flecti videbatur.

2. In canibus vero et agnis ut expectandum fuit, metallis muſculis nudatis admotis, contractiones crurum cieri non potuerunt, propter nervum ſciaticum a metallo nimis diſtantem, metallo vero proprius admoto aliter evenit, nam crurum contractiones protinus ciebantur, et validiores fiebant, quo magis nervo metallum appropinquabat.—In experimento ſupra citato metallis linguæ adhibitis nullus ejus motus efficitur, nam metalla nervis linguæ motoribus non ſatis ſunt propinqua, et effectus eorum guſtu tantum percipiuntur, nervis enim huic inſervientibus metalla admoventur, at ſimul ac nervis linguæ motoribus applicantur, muſculi ejus ſtatim moventur. —Hoc in corpore humano experiri non poteſt, ſed in agni recens mortui linguâ, hoc modo detegi poteſt.

Exptm. Linguâ prope radicem ejus exſectâ, æriſque folio parti ejus ſectæ, et cochleari argenteo ſuperficiei ejus adhibitis, ſtatim lingua vibrare, apicem

ſe

ſe erigere, et huc illuc impelli, videbatur, ſimul ac metalla inter ſe mutuo contingebant. Ex his experimentis clarè patet vim metallicam *nervos* ſtimulando agere: nam in utroque, lingua diverſo modo afficitur, prout huic vel illi nervo, metallum admovetur.

2. Aliud argumentum mihi ſuppeditavêre quædam ab amico in ranis maribus notata. Verno tempore quo procreare ſolent, brachiorum nervos fere duplo craſſiores fieri invenit, et quando metalla his nervis admovebantur, totum corpus convelli obſervavit, ſi vero cuivis alii nervo applicarentur, muſculos tantum illos convelli, quibus nervus iſte pertinet. Hac tempeſtate idem efficere potuit metalla admovendo tuberibus iſtis, quæ in manuum palmis naſcuntur, quæque iſto tempore majora evadunt (unde glandis penis officio fungi videntur): horum uni, metallis poſt ranæ mortem adhibitis, brachium, latus, et crus oppoſitum convellebantur: Sed alio quam verno tempore nullos, præter brachii muſculos, hoc modo ciere potuit. Hinc quo-

que inferre licet, ut opinor, metalla nervos ſtimulando agere, et contractiones cieri poſſe quando nervis tantum, ſine ullo cum muſculis tactu admoventur: Non ergo neceſſe eſt, nexum inter nervos et muſculos fieri modo quo cenſuit GALVANI, ideoque contractiones haſce a tranſmiſſione vis electricæ a nervis in muſculos, aut vice verſa, non omnino pendere videntur.

3: Poſitio tertia, ſcilicet metalla ſe mutuo tangere neceſſe eſſe, multis experimentis probatur, uti in experimento ſupra citato quando crura aquæ immerſa fuere, et quidem multis aliis, ex quibus patet aquam metallis interpoſitam contractionibus ſatis obſtare, ſed nullo modo quando metallis et animali interponitur. Huic nihil ſimile accidit in phialâ Lugdunenſi. Si vera eſſet GALVANI ſententia, aquâ metallis interpoſitâ, æque contractiones orirentur, ac ſi metallis et animali interjecta eſſet.

GALVANI

Galvani ergo opinio nullis ſtabilitur factis, multis autem diſcrepare videtur, ideoque rejici debet.

III. Electricitatem vero nullâ ex parte motûs muſculorum in cauſâ eſſe, multo difficilius foret monſtrare. Varias inter opiniones de muſculorum motu excogitatas, nulla quidem multis magis arriſit, quam ea quæ ponit electricitatem nervis inſitam, et imperio voluntatis rectam, his pro cauſa eſſe: Nempe propter motus in iis ab electricitate tam parva excitatos, et nullum ſtimulum adhuc cognitum tam prompte eos ad contractiones cientem, et etiam propter vim electricam quâ animalia quædam prædita ſunt, Torpedo, ſcilicet Gymnotus Electricus, &c.

Opinioni vero vim nerveam eandem cum metallica eſſe, multa obſtant ne credamus. Nervo enim ligato aut reſecto, muſculos quibus impendebatur, contrahendi poteſtatem animal amittit, hi tamen excitari poſſunt ab electricitate metallica, quæ par-

tem resectam facile transgreditur. Idem accidit ligato nervo, si ligamen musculis quos nervos ille suppeditat non nimis propinquum sit, nam trans hoc etiam pergit electricitas. Praeterea quoniam duorum metallorum diversi generis opus est, nihil conferre videntur haec experimenta ad hanc opinionem confirmandam, nam hinc verisimile videtur aliquid metallis inesse quod has ciet contractiones, et praesertim cum metalla se mutuo tangere necesse sit. Electricitatem ergo et vim nerveam easdem esse, adhuc minime probatum videtur.

IV. His strictius perpensis, multa sunt cur credamus, phœnomena haecce a vi quâdam metallis ipsis propriâ pendere. Haec opinio multis quidem non arrisit, quia intelligere non potuerunt, quomodo metallis, quae *non electrica* habita sunt, electricitas inesset. Inesse tamen clare monstravit D. Bennet, experimentis cum machinâ quadam institutis, quae minimas electricitatis portiones confert, atque sensibus obvias reddit, quamque *duplicatorem* appellant. Mirabilis hujusce instrumenti ope

a

a D. NICHOLSON emendati, omnia corpora electricitati pervia, quæque *non electrica* appellantur, quandam electricitatis portionem pertinaciter retinere invenit, atque zincum et argentum (metalla quæ in his experimentis maxime pollent) hoc *positiva*, illud *negativa* electricitate prædita esse.

Hoc quoque confirmant experimenta quædam a D. CAVALLO instituta, ex quibus patet, zincum electricitate negativa maxime esse præditum, ille tamen negat, metallorum electricitatem contractionum in causa esse, argumenta autem ejus ob causas quas postea afferam, mihi non satis firma videntur.

Huic invento tam apte convenit necessitas metallorum mutui contactus, ut admodum verisimile videatur, hosce effectus modo quodam ab electricitate metallorum pendere. Hic vero quæri potest quomodo ex notis electricitatis legibus phœnomena hæcce explicari possunt. Et quidem perpensis

iis quæ vim electricitatis attrahendi augent, ratio ut mihi videtur horum effectuum reddi potest *.

Electricitatis peritis bene cognitum est, si corpora duo plana a non electricis disjuncta, superficiebus invicem parallelis, et parum distantibus juxta opponantur si electricitate diversâ prædita sint, electricitatem

* Dr Fowler, de Capacitate Metallorum aucta differens, sic dicit :—" When therefore a plate of silver, communica-" ting with the leg of a frog, was laid upon glass, and a " plate of zinc was lowered horizontally upon it, the capa-" cities of both, for any electricity which they might have " contained, must have been so much increased, that no one " will suspect the contractions of the frog's leg to have been " occasioned by any discharge of the electrical fluid from " them. As little are we authorised to suppose that the " contractions were produced in consequence of the metal's " attracting the electrical fluid from the leg; for, since the " leg was insulated, it is impossible that it should have recei-" ved a new supply of electricity after having been depri-" ved by the metals of what it naturally possessed."—Electricitatem autem metallorum nescivisse videtur, D. Fowler, et quidem de Fluidi Electrici Attractione, mihi alia est sententia.

lectricitatem in iis magis intenſam fieri quod ex electrometris annexis apparebit; electricitas autem quæ antea electrometri ope ſenſibus percipi poterat, ſimul ut ita dicam, fit *latens*, corporibus enim ſejunctis electricitas ſenſibus manifeſta fit et in quantitate eâdem quâ antea, uti monſtrat electrometer. Electricitatis periti igitur dicere amant, metalla invicem oppoſita electricitatis *capaciora* fieri, et eam in his minus *intenſam* eſſe, et contra metalla ab invicem ſejuncta nimus electricitatis *capacia* fieri electricitatem vero magis *intenſam.* Hoc accidit quando metalla utraque diverſâ electricitate prædita ſibi invicem opponuntur. Idem fit etiam quando unum a non electricis ſejunctum, alteri corpora electricitati pervia contingenti, opponitur.

2. Si metalli lamina corpori plano, electricitati minus perfectè pervio marmori ſcilicet imponatur, atque etiam illud tangat electricitatis multo capacior fiet. Lamina ſic poſita electricitatem aliorum corporum, ad ſe avidè trahit, quam tamen

men poſtea edit, plano minus perfecte electricitatem ducente, ſublata *. Quod de hoc inſtrumento denſatore appellato jam dictum eſt, de metallis quoque in his experimentis affirmandum mihi videtur. Nam quoniam in omnibus hiſce experimentis, metalla ſe mutuo tangere neceſſe eſt, nihil obſtat, opinor, quin credamus metalla hæcce tactu mutuo electricitatis capaciora fieri, et eodem prorſus modo ſe mutuo afficere, quo metalla duo ſupradicta ſibi invicem oppoſita, aut quo lamina metallica *denſatoris* et marmor cui ſuperimponitur. Hæcce opinio non prorſus inepta videbitur, ſi in animo teneamus nullum corpus eſſe electricitati ita perfectè pervium, ut ei nihil impedimenti objiciat quod ab experimentis probatum eſt. Et fortaſſe, (electricitatem in illis inhærentem quod attinet) metallorum *capacitas* melius augetur cum ſint electricitati pervia, quam ſi electricitati minus pervia eſſent, ut fieri ſolet quando lamina denſatoris metallica, corpori aliquatenus pervio ſuperimponitur, ſic enim electricitatis multo capacior fit quam ſi corpus

* V. Volta Journal de Phyſique, 1783.

corpus electricitati omnino impervium contingat. Quomodo vero metalla mutuo tactu capaciora facta, contractiones cient, sic explicari posse censeo: Scilicet metalla electricitatem animali inhærentem, sibi attrahunt. Hanc vero quamvis perexiguam corporibus animalium inesse, multa sunt cur credamus.—Nam electricitas forsan semper apparet quoties mutatio fit *chemica* ut accidit quoties vapores oriuntur aut formantur chrystalla: et in corporibus animalium mutationes *chemicæ* semper fiunt.—Hinc igitur ratio reddi potest, cur hæ effectus locum habeant, quando animal et metalla a corporibus electricitati perviis, a quibus electricitatem colligere possent, sejunguntur: quippe gignitur electricitas ex animali ipso. A multis notatum est electricitatis signa hasce animalium contractiones sequi. D. VALLI dicit se attractionem vidisse, duorum paleæ frustulorum, eodem tempore quo crura quatuordecim ranarum convellebantur; et D. FOWLER quoque asserit electricitatem manifestam reddi posse: Tamen verisimile videtur, hancce ex magna parte

e frictione gigni præfertim quoniam D. CAVALLO idem experiens cum electrometro ex tenuiffima auri bracteâ, nullam foliorum repulfionem videre potuit *. Hoc vero minimè probatur, electricitatem hinc nullam oriri, nam ut fupra dixi, electricitas adeo exigua ut ne quidem hoc electrometrum afficeret, ad has contractiones ciendas fatis valebat.—Sed multa funt præterea quæ electricitatem animalibus ineffe fuadent. Et quidem analogia hæc confirmare videtur. In pifcibus enim quibufdam fcilicet Torpedine, Gymnoto, et Siluro Electrico, dubitare non poffumus quin fuccuffus qui ex iis fentitur, ab electricitate oriatur. Nam, patet fenfum ab eo ortum eundem effe cum illo quem phiala Lugdunenfis efficit: Per corpora electricitati impervia non tranfire: Et fcintillam manifeftam redditam effe Gymnoto emiffam.—Vim autem hancce ex animali ipfo gigni pro certo habere poffumus, quia animal quamvis vafi vitreo impofitum, tamen poteftatem hanc retinet, et irritatum per corpora hominum a *non electricis* quoque fejuncta, tranfmittere

* V. Cavallo on Electricity, Vol. III.

transmittere potest. Verisimile quoque videtur, hocce et alia animalia hanc, vim quod attinet, inter se hac ratione solum discrepare, scilicet, quod illi facultas est fluidum electricum copiosius et pro arbitrio emittendi quæ his non inest.

D. Cassini, de Viro Generoso Rossico, memorat, quem Florentiæ videre ei accidit, qui bis in vitæ decursu ictum edendi Torpedinis instar facultatem habuit; et quoque de fœminâ mentionem facit, quæ per sex menses gravida, et eodem tempore nutrix, simili vi prædita fuit.

Narrat D. Cotugno se cum murem vivum incideret, ictum quasi electricum expertum esse ita validum, ut stupore brachii per horæ quadrantis spatium et amplius, affectus esset. Et quidem huic narrationi major debetur fides, quia electricitas Galvani nondum comperta fuerat: nulla ergo erat ei hypothesis stabilienda. Quo-

niam igitur animalia quædam electricitatis gignendi plane facultatem habent, et ex animantibus quibus nunquam hactenus inesse credebatur aliquid electricitati persimile emissum est, verisimile videtur omnia animalia electricitatem sibi inhærentem habere, cujus tantum effectus plerumque nobis sunt obvii, scilicet quando in metalla transit, quorum attractio mutuo augetur tactu, et sic contractiones hasce musculorum ciet.—Opinio hæcce confirmatur ex eo quod electricitas perexigua ad hunc effectum sufficit.

Hic objici potest, omnes hosce effectus locum habere, animali et metallis a corporibus electricitati perviis sejunctis, et ergo metalla non capaciora fieri. Et hoc quidem verum esset si metalla electricitate diversi generis non prædita essent sed legibus electricitatis omnino consentaneum est, metalla duo a corporibus electricitati perviis sejuncta, diversâ electricitate prædita, et sibi invicem opposita, capaciora fieri: Cur hoc quoque accideret

metallis

metallis contingentibus, explicare ſupra conatus ſum.

Hic quoque quæri poteſt, cur ad contractiones ciendas non ſufficit, ſi metallorum unum tantum animal tangat, utriuſque quoniam capacitas alterius contactu augetur. Reſpondeo Electricitatem multo majores edere effectus, ſi diverſa ejus genera eodem tempore animal afficiant, quam ſi unum tantum. Si digitus manus unius phialæ Lugdunenſis hamo admoveatur, levis tantum ſenſiculus oritur, ſi autem eodem tempore, manus alter parti phialæ exteriori adhibeatur, corpus ſtatim ictu concutitur. Hinc videre eſt cur ambo ſimul metalla animal ſimul contingere neceſſe ſit.

Hinc experimentum ſequens explicare poſſumus.

Expt^m^.—Hirudine laminæ argenteæ, hac vero zinceæ ſuperimpoſitis, nullam moleſtiam ſentire videtur animal, quamdiu argento ſolo incumbit, ſimul vero

ac

ac zincum tangit, ſtatim reſilit velut dolore affectum: In hoc experimento igitur animal non afficitur tactû metalli unius donec ambo electricitatis genera per corpus eodem tempore tranſeunt, quod evenit ſimul ac utrumque metallum eodem tempore contingat. Hinc quoque forſan pendent effectus quæ ex pluribus zinci et argenti laminis alternè poſitis mutuo contingentibus et linguæ appoſitis, oboriuntur: Harum enim ope ſenſus excitatur multo validior quam ſi duobus tantum utimur *.

Et hinc quoque ratio reddi poteſt, cur corpus cujus electricitas intenſior eſt eâ quæ metallis ineſt, membris admotum contractiones non ciet. Has electricitati non tribuendas eſſe cenſet D. Cavallo, quia electrometer cui inerat electricitatis portio multo major eâ quam invenit ille metallis inhærentem, membra non excitabat, ſed minus recte ut mihi videtur: nam in hoc experimento unum tantum metallum animali admotum fuit, ideoque unum

genus

* Dr Robertſon's letter to Dr Fowler.

genus electricitatis tantùm, et nihil ſuccuſſui ſimile electrico tum accidit: Et quidem alia argumenta tam multa ſunt, quibus adducimur ut credamus metallorum vim electricam contractionum pro cauſâ eſſe, ut minime ad ignota confugere quo hæc explicentur neceſſe ſit.—Ex hypotheſi jam expoſitâ, nempe metalla capaciora fieri, et eodem modo ſe habere quo lamina metallica *Denſatoris*, ſequentia explicari poſſunt:

1. Contractiones non minus metallis disjunctis quam contingentibus cieri. Ranarum membra hoc modo afficiuntur. Et metallorum effectus in corpore humano disjunctis, non ſecus ac contingentibus metallis, locum habent. Quod oſtenditur inſerendo inter labium ſuperius et gingivam, zinci fruſtulum, et cantho oculi interno, argenti fruſtulum adhibendo, ſimul enim ac tangant fulgor ante oculos cernitur, iterumque dum ſejunguntur. Nam metalla rurſus minus electricitatis capacia fiunt, unde rurſus fit motus electricitatis animali inhærentis.

inhærentes. Idem enim accidit ac quando lamina metallica a plano marmoreo tollitur.

2. Contractiones validiores esse quando metalla superficie amplâ et planâ se mutuo tangunt: Quod electricitatis naturæ omnino consentaneum est; et eodem modo laminam densatoris amplam et planam esse necesse est.

3. Effectus eorum tactu permanente minui: Et quidem res a D. Fowler observata, valde ad rem pertinet: Dicit enim ille metallis contingentibus, brevi cessare contractiones, nam aut electricitatem ex animali a metallis exhauriri, aut metalla hac electricitate expleri si contingere perstent, necesse est. Ut igitur omnia paucis amplectar.

1. E contactu inter se mutuo metalla electricitatis capaciora fiunt.

2. Electricitas ex animali ipso gignitur.

3. Hæcce

3. Hæcce electricitas verſus metalla fluit, quando hæc animal contingant. Ambo vero metalla animal contingere neceſſe eſt, ex eo quod quiddam ſuccuſſui electrico ſimile tunc accidit.

4. Simul ac metalla ab invicem ſejunguntur, electricitatis minus capacia fiunt, et rurſus electricitatis motus oritur, et inde membrorum contractio.

Ex ſupra dictis, ut opinor, admodum veriſimile videtur, motum electricitatis ex aucta metallorum *capacitate* ortum, membrorum contractionum pro cauſa eſſe, et aliorum quæ in animantibus a metallis efficiuntur, quanquam adhuc deſunt experimenta quæ hæc clarius monſtrent.

FINIS.